

**Der Kalziumspiegel
in der Schwangerschaft,
während der Geburt und im Wochenbett**

Paul Hamerla

Aus der Frauenklinik des Stadtkrankenhauses
Offenbach am Main

Direktor: Prof.Dr.med.Herbert Lewin

Der Kalziumspiegel
in der Schwangerschaft, während der Geburt
und im Wochenbett

Inaugural-Dissertation
zur
Erlangung des Doktorgrades
der gesamten Medizin
der hohen medizinischen Fakultät
der Johann Wolfgang Goethe-Universität
zu Frankfurt am Main

vorgelegt von
PAUL HAMERLA
aus Friedland

Frankfurt am Main 1964



Dekan: Prof. Dr. J. Frey
Referent: Prof. Dr. H. Lewin
Korreferent: Prof. Dr. O. Käser
Mündliche Prüfung: 18.8.1964

<u>Inhaltsübersicht:</u>	Seite
Höhe des Kalziumspiegels bei Nichtschwangeren und im Verlauf der Gravidität	4
Veränderung der Gesamtblutmenge und des Blut- kalziums in seiner absoluten Menge in der Gravidität	5
Kalkbedarf des Schwangerschaftsproduktes	7
Kalziumspiegel und Tetanie in der Schwanger- schaft	8
Beeinflußbarkeit des Kalziumspiegels durch	
a) erhöhte orale Gaben von Kalzium	10
b) parenterale Gaben von Kalzium	10
c) Vit. D	11
Gravidität und Nebenschilddrüse	11
Kalkstoffwechsel und Oestrogene	12
Einfluß der Nebennierenrindenhormone auf den Kalziumspiegel	13
Methodik	14
E r g e b n i s s e der Untersuchung des Kal- ziumspiegels in der Schwangerschaft, während der Geburt und im Wochenbett in der Frauen- klinik Offenbach	17
B e s p r e c h u n g d e r E r g e b n i s s e :	
Der Einfluß des Blutverlustes sub partu, der Abnahme des Plasmavolumens und der Lactation auf den Kalziumspiegel	21
Der Ausfall der Placenta als hormonbildendes Organ, eine Möglichkeit, den Östrogeneinfluß auf den Kalziumspiegel zu beobachten	
Zusammenfassung	26
Literaturangaben	29



Digitized by the Internet Archive
in 2026

Der Kalziumstoffwechsel in der Gravidität und im Wochenbett ist vielfältigen Einflüssen und Belastungen unterworfen. Um die Verhältnisse näher abzuklären, haben wir mit neueren Methoden den Kalziumspiegel in der Schwangerschaft, während der Geburt und im Wochenbett bestimmt und verglichen.

Nach den Ergebnissen einiger Autoren wird heute angenommen, daß die Kalziumkonzentration im Serum der Schwangeren niedriger liegt als außerhalb der Schwangerschaft. Dabei ist das Verhalten so, daß innerhalb der Schwangerschaft das Serumkalzium von der Frühschwangerschaft zur Spätschwangerschaft hin noch weiter absinkt.

Bei der Prüfung der bedeutendsten experimentellen Arbeiten über die Serumkalziumwerte bei Nichtschwangeren und im Verlauf der Schwangerschaft, die für uns im einzelnen zugänglich waren, ergaben sich folgende Werte:

Bockelmann und Peck (5,6) fanden das Serumkalzium am Ende der Schwangerschaft am tiefsten. Aber auch schon vom 2. - 5. Monat stellten sie niedrigere Werte als außerhalb der Schwangerschaft fest. Die von ihnen angegebenen Durchschnittsergebnisse sind folgende:

Normalwerte	Mittelwerte	9,91 mg% (9,21-10,80)	16 Untersuchungen
Gravidität mens II-V	"	9,75 mg% (9,12-10,90)	23 Untersuchungen
Gravidität mens IX-X	"	9,43 mg% (8,76-10,38)	34 Untersuchungen

Hellmuth und Timpe (9,10) fanden für Nichtschwangere einen Mittelwert von 10,5 mg% (23 Frauen), für gesunde Schwangere in der ersten Schwangerschaftshälfte 10,2 mg% (41 Schwangere) und in der zweiten Schwangerschaftshälfte 10,0 mg% (10 Untersuchungen).

Albers (1) kam bei seinen Untersuchungen zu folgenden Ergebnissen:

Normalwerte	Mittelwert	10,7 mg% (8,9-11,8)	250 Untersuchungen
Gravidität mens VI-X	"	10,2 mg% (9,4-11,5)	84 Schwangere.

Die Werte von F. Roth (17) sind folgende:

Normalwerte	Mittelwert	9,67 mg%
Gravidität (Letztes Drittel der Gravidität)	"	8,32 mg%

Ein ganz anderes Bild aber zeigt sich, wenn wir versuchen wollen, das Kalzium in seiner absoluten Menge als Serums substanz zu erfassen. Diese absolute Kalziummenge ist abhängig von der Menge des

im Kreislauf zirkulierenden Blutes. Die Blutmenge ändert sich mit der Schwangerschaft und innerhalb der Schwangerschaft. Da es sich fast im wesentlichen um Veränderungen des Plasmas handelt, kann man diese Blutplasmamengenveränderung mit dem Konzentrationsverhältnis des Kalziums in Beziehung bringen. Die Blutmenge bei der gesunden, nichtschwangeren, geschlechtsreifen Frau beträgt im Mittel 4,5 Liter.

Die Schwangere hat rund $1/5$ - $1/7$ mehr Blut als vorher. Allein die Plasmamengenvermehrung macht im Durchschnitt 800 ccm aus. (Albers (2)). Bei der Blutmengenvermehrung innerhalb der gesunden Schwangerschaft ist zu über $3/4$ das Plasma beteiligt und nur zu noch nicht ganz $1/4$ die Erythrozytenmenge. Auf diese sehr weitreichende ungleichmäßige Mengenzunahme der absoluten Erythrozytenzahl auf der einen Seite und der Plasmamenge auf der anderen Seite beruht die Tatsache, daß während der gesunden Schwangerschaft in der Volumeneinheit Blut weniger Erythrozyten vorhanden sind als außerhalb der Schwangerschaft. Der Kalziumspiegel verhält sich somit ähnlich wie der Hämoglobingehalt des Blutes in der Schwangerschaft. Alle Bestandteile des Blutes unterliegen in ihrer Gesamtzahl einer Vermehrung, die sehr augenscheinlich ist,

wenn man sich von den Konzentrationswerten freimacht und sie auf die Gesamtmenge des Blutes bezieht. Es handelt sich also bei der Hypocalcämie in der Schwangerschaft um eine relative Erniedrigung des Kalziumspiegels, die absolute Menge des Kalziums hat sich erhöht. (Albers ⁽³⁾ und Roth und Richter ⁽¹⁶⁾). Bei der nichtschwangeren gesunden Frau kreisen etwa 235 mg Kalzium als absolute Menge im Serum, bei der gesunden schwangeren Frau dagegen etwa 310 mg, das sind im Durchschnitt etwa 75 mg = 32 % mehr.

Während der Schwangerschaft kommt es zu größeren Kalkabgaben an das Schwangerschaftsprodukt und zu ausgedehnten Umlagerungen von Kalksalzen im mütterlichen Organismus. Man weiß, daß der Fetus bei der Geburt etwa 27 g und die Placenta etwa 3 g Ca in Form verschiedener Salze enthalten. Im Laufe der 10 Lunarmonate werden somit von der Mutter etwa 30 g Kalk endgültig an das Schwangerschaftsprodukt abgezweigt, was einer täglichen Abgabe von etwa 100 mg entspricht.

Diese Zahl ist sehr hoch und erklärte früher zur Genüge die Hypocalcämie. (Seitz-Amreich).

Heute weiß man aber, daß sogar sehr große Mineralverluste vom Skelett kompensiert werden können, ohne daß klinisch erfaßbare Veränderungen auftreten und ohne daß sich der Spiegel senkt. Der Kalkverlust von 30 g entspricht etwa 3 - 4 % der Kalkreserven des Skelettes. Dieser Verlust kann ohne weiteres ertragen werden, ist doch das Skelettsystem ein großes Depot an Kalzium.

Tetanien werden in der Schwangerschaft und unter der Geburt nur sehr selten beobachtet. Nach Hadorn (8) ist eben die Höhe des Kalziumspiegels nicht allein für die Krampfauslösung verantwortlich, sondern es spielen neben anderen Faktoren noch das Blut-pH eine große Rolle. Nach den meisten Autoren ist die Wasserstoffionenkonzentration in der normalen Gravidität unverändert, doch werden gelegentlich sowohl Verschiebungen nach der alkalischen als auch nach der sauren Seite gefunden.

In dieser Beziehung ist nun die Beobachtung interessant, daß man trotz der Hypocalcämie nur äußerst selten Hyperventilationstetanien unter der Geburt erlebt, während solche bei Frauen, die einen Schwangerenkurs besucht haben, relativ häufiger anzutreffen ist. Viele Frauen beginnen

unter der Geburt spontan stärker zu atmen. In der Gravidität und besonders unter der Geburt sind nun die unvorbereiteten Frauen normalerweise in einem Zustand von Hypoxämie, welcher sich durch die große körperliche Geburtsarbeit noch verstärkt. Der Anstieg des CO_2 -Gehaltes des Blutes reizt dann das Atemzentrum zu der großen Atmung an. Die verantwortlichen Hirnzentren sind aber infolge der CO_2 -Überladung nicht in einem alkalotischen Milieu, also nicht an Ca-Ionen verarmt, so daß die Tetanie ausbleibt, ist doch die Atmungstetanie nach Lenggenger (15) hauptsächlich zentral bedingt.

Bei den vorbereiteten Frauen ist die Hypoxämie infolge der verbesserten Atemtechnik viel weniger ausgesprochen und damit auch die CO_2 -Überladung. Wenn solche Frauen nun unter der Geburt willentlich besonders gut und wirksam atmen wollen, geraten sie viel leichter in einen tetanischen Zustand, da sich die betreffenden Zentren wegen der besseren CO_2 -Abgabe in einem alkalischen Milieu befinden. Dieses beeinflusst den schon erniedrigten Ca-Spiegel in einem ungünstigen Sinne und leistet der Entstehung einer Tetanie durch die zusätzliche schlechte Ionisierung Vorschub.

Der tägliche Kalkbedarf einer Schwangeren wird auf 1,5 - 2,0 g geschätzt. Etwa $\frac{3}{4}$ der aufgenommenen Kalziummenge wird im Stuhl und $\frac{1}{4}$ im Urin ausgeschieden. Diese Ausscheidungsverhältnisse sind normalerweise sehr konstant, so daß man sich zur Orientierung über den Ca-Verlust mit der Urinuntersuchung begnügen darf. Roth F. (18) hat einer Anzahl Graviden Kalk in Form von Tabletten verabreicht oder täglich Calcium intravenös injiziert. Es gelang nicht, den Spiegel durch diese Maßnahmen zu erhöhen. Bei diesen Personen war der Kalziumgehalt im Urin gegenüber den Nichtschwangeren nicht erhöht trotz der zusätzlichen Kalziumverabreichungen. Es wurde deshalb daraus geschlossen, daß der erniedrigte Spiegel weder durch eine ungenügende Zufuhr noch durch eine vermehrte renale Ausscheidung bedingt ist. Nach Nicolaysen (15) ist das Vitamin D der Hauptregulator der intestinalen Kalzium-Aufnahme und die Hypocalcämie soll durch einen Mangel an Vitamin D und dadurch verringerte Resorption verursacht werden. Zur experimentellen Erhärtung dieser Vermutung hat Roth F. (18) je 15 mg kristallisiertes Vitamin D₃ intramuskulär verabreicht. Der Kalziumspiegel hat sich auch bei Kontrollen nach mehreren Tagen nicht erhöht. Bei anderen Versuchen wurden 540 mg Calcium in einer Dauertropfinfusion innerhalb von 3 Stunden appliziert. Es kam zu einem

mehr oder weniger ausgeprägten Anstieg des Kalziumspiegels. Nach 24 Stunden war jeweils der Ausgangswert fast wieder erreicht. Diese Kurven entsprechen denjenigen, welche Courvoisier ⁽⁷⁾ bei gesunden Personen erhalten hat. Äußerst interessant war bei dieser Versuchsserie die Tatsache, daß sich die renale Ca-Ausscheidung während des Belastungsversuches nur wenig vergrößert (15-25 %). Hierin weichen die Resultate gegenüber Nichtgraviden wesentlich ab (Erhöhung der Ca-Ausscheidung bis 50 %). Der größte Teil des injizierten Kalziums wird offenbar bei der Graviden vom Skelett zurück gehalten. Der zusätzliche Kalk wird also sofort in die Depots abgeführt und auf diese Weise die Reserven geschont.

Durch die Senkung des Kalziumspiegels kommt es zu einer Funktionsanregung der Nebenschilddrüse. Es ist deshalb verständlich, daß in der Gravidität stets eine Hypoplasie dieser Drüsengruppe gefunden wird, welche durch reichlichere Vascularisation, stärkere Ausbildung und Vermehrung der chromophilen Zellen gegenüber den farblosen Hauptzellen bedingt ist. (Kehrer ⁽¹³⁾). Die vermehrte Bildung von Parathormon genügt aber nicht, um den Spiegel zu erhöhen, sondern hilft lediglich mit, das Kalzium im Skelett zu mobilisieren. Es gibt aber noch andere Faktoren, die über den Knochen den Kalziumspiegel regulieren

und die im Verlaufe der Schwangerschaft Änderungen erfahren.

Von der puerperalen Osteomalacie und der senilen Osteoporose ist bekannt, daß auch die Oestrogene einen Einfluß auf das Knochensystem haben, im

1. Fall durch ein Zuviel (früher Heilung durch Kastration), im 2. Fall durch ein Zuwenig (Heilung durch Oestrogene). Auch von Tierversuchen her ist bekannt, daß die Oestrogene den Kalziumstoffwechsel beeinflussen. (Bach ⁽⁴⁾). In der Schwangerschaft werden nun die Oestrogene in stark vermehrtem Maße von der Placenta produziert, so daß die Vermutung naheliegt, daß der erniedrigte Spiegel damit in Zusammenhang stehen könnte. Nach Seitz ⁽²¹⁾ wird sogar bei $\frac{1}{3}$ aller während der Gravidität angefertigten Röntgenaufnahmen eine Aufhellung der Konturen der Beckenknochen festgestellt. Es müssen aber schon mehrere pathologische Zustände zusammenreffen, damit Skelettläsionen (Schleichende Frakturen, Osteomalacie) auftreten. (Schmidt-Matthiesen ⁽²⁰⁾).

Roth ⁽²²⁾ konnte zeigen, daß massive Verabreichung von Follikelhormon auch in der Schwangerschaft den Kalziumspiegel kurzdauernd weiter senken kann, doch klingt die Einwirkung nach einigen Stunden ab. Bei langdauernder täglicher Verabreichung von Follikel-

hormonen fanden sich bei täglichen Blutkontrollen keine nennenswerten Schwankungen im Kalziumgehalt des Serums. Es scheint sich dann ein neues Gleichgewicht zwischen den regulatorischen Kräften einzustellen.

Von Jesserer (12) ist bekannt geworden, daß sich unter Cortison-Medikation sowohl eine Osteoporose als auch eine Hypocalcämie (durch Hemmung der intestinalen Kalziumresorption oder Steigerung der renalen Ausscheidung) entwickeln kann, somit scheint auch diese Hormongruppe einen Einfluß auf den Kalziumspiegel auszuüben. In der Gravidität werden vermehrt Corticosteroide gebildet, findet sich doch stets eine Vergrößerung der Nebennierenrinde (NNR), ein stark erhöhter Corticoidspiegel und eine vermehrte Ausscheidung dieser Hormone im Urin. Diese gesteigerte NNR-Tätigkeit ist als Folge der Anpassung des Hypophysen-NNR-Systems an den erhöhten Leistungsanspruch der Gravidität zu erklären.

M e t h o d i k

In der neueren Zeit ist die Flammenphotometrie eine vielgebrauchte Methode zur Bestimmung von Mineralstoffen im biologischen Material, insbesondere in der Blutflüssigkeit geworden. Die flammenphotometrische Bestimmung beruht darauf, daß die zu untersuchende Flüssigkeit durch einen Zerstäuber fein versprüht und in eine Flamme gebracht wird, wodurch die Atome und Moleküle zur Lichtemission angeregt werden. Die Intensität des emittierten Lichtes wird dann, nachdem die für die einzelnen Elemente charakteristischen Spektrallinien oder Molekülbanden herausgefiltert wurden, in einem Photometer gemessen. Näheres über die Theorie der Flammenphotometrie und die apparative Ausrüstung findet man bei R. Herrmann ⁽¹¹⁾. Für unsere Bestimmungen benutzten wir das Flammenphotometer "Eppendorf" von Netheler und Hinz, Hamburg.

Das Serum, das dem Gerät zur Messung zugeführt wird ist nur noch im Verhältnis 1 : 20 zu verdünnen. Die Ablesung der Resultate erfolgt auf direkt anzeigenden Skalen. Der Lichtzeiger wird während des Versprühens einer Lösung mit genau bekanntem Ca-Gehalt (Standard- oder Eichlösung) auf den für die Standardlösung angegebenen Wert der Skala eingestellt. Durch diese Eichung des Lichtzeigerausschlages wird gleichzeitig die Gültigkeit des gesamten Ablesebereiches der Skala

sichergestellt. Die Einstellung des Lichtzeigers auf den Nullpunkt der Skala erfolgt bei der Ca-Bestimmung während des Versprühens einer besonderen Kompensationslösung. Als Konzentrationswerte für die Standardlösung (die in Polyäthylen-Flaschen aufbewahrt wird) wurden folgende Werte festgelegt, die etwa dem Mittelwert für das Ca im Serum entsprechen: 10,0 mg/100 ml entspr. 5,0 mval/l. Die Standardlösung wird benötigt zum Eichen der Skalen und zur Kontrolle während den einzelnen Messungen. Sie wird hierfür in demselben Verhältnis verdünnt, wie das Serum, nämlich 1:20.

Die Kompensationslösung enthält nur Natrium entsprechend dem Mittelwert des Serums und schließt durch ihre Verwendung den noch störenden Einfluß des Natriums auf die Bestimmung des Calciums aus. Diese Lösung wird auch im Verhältnis 1 : 20 verdünnt.

Die zur Blutentnahme benötigten Spritzen und Zentrifugengläser waren sehr gut gereinigt und mit Aqua dest. gespült worden und absolut trocken.

Die Abtrennung des Serums vom Blutkuchen sollte spätestens 2 Stunden nach der Blutentnahme erfolgen, da sonst Diffusionsvorgänge die einwandfreie Erfassung des Calciums in Frage stellen. Unbedingt muß verhindert werden, daß Hämolyse eintritt; sei es durch nicht absolut trockene Spritzen oder Gläser, durch mechanische Verletzung der Erythrozyten oder durch zu hohe Beschleunigung bei der Zentrifugation.

Der Betriebsdruck am Kompressor für Druckluft betrug 0,5 atü. Der Brenner wurde mit Azetylengas betrieben bei einem Brennstoffdruck von 500 mm WS. Meßbereichstufenschalter auf Bereich "100" stellen und das für die Ca-Bestimmung erforderliche Filter einschalten. Lichtmarke mit dem Stellglied "O_e" auf den Skalenanfang einstellen, dabei 1 : 20 verdünnte "Kompensationslösung" versprühen. 1 : 20 verdünnte Standardlösung ansaugen und mit dem Feinregler "Meßbereich" den Lichtzeiger auf den Wert 10 mg% der Ca-Skala einreeln. Während dem Ablesen der Meßergebnisse wurde die Standardeinstellung immer wieder kontrolliert.

Danken möchte ich Herrn Priv.Doz. Dr.med. Kienholz, Chefarzt des Zentrallabors der Städt. Krankenanstalten Offenbach, für die Erlaubnis, die Laboratoriumseinrichtungen benützen zu dürfen. Ihm und seinen Mitarbeitern bin ich auch für wichtige Hinweise zu Dank verpflichtet.

Die Bestimmung des Calciumsgehaltes des Serums bei Schwangeren, Kreisenden und Wöchnerinnen wurde an Frauen des Stadtkrankenhauses Offenbach (Direktor Prof. Lewin) ausgeführt. Die untersuchten Personen waren meistens gesund. In Ausnahmefällen ist die Diagnose der Erkrankung im Protokoll angeführt.

Die erhaltenen Werte sind in den folgenden Tabellen zusammengestellt. Die gefundenen Zahlen stimmen mit den von anderen Autoren angegebenen gut überein.

Ergebnisse

Der Kalziumspiegel bei 74 Frauen der Frauenklinik
des Stadtkrankenhauses Offenbach:

Prot.Nr.	Para	Bemerkungen	Grav.mens	Ca mg%
1	II	Es besteht Wehen- tätigkeit	sub partu	9,2
2	0	Es besteht Wehen- tätigkeit. Strumektomiert vor 3 Jahren	sub partu	8,9
3	0	Leichtes Schwanger- schaftserbrechen	IV	8,9
4	0	- " -	IV	9,2
5	0		VI	9,8
6	0	Es besteht Wehen- tätigkeit.	sub partu	9,3
7	I		3. Wochen- betttag	8,9
8	I		5. "	9,2
9	I		4. "	9,2
10	I		VII	9,6
11	0		VI	11,7
12	0	Es besteht Wehen- tätigkeit.	sub partu	10,1
13	II	Es besteht Wehen- tätigkeit.	sub partu	9,5
14	I		VII	9,3
15	0		IX	9,0
16		1 Sectio, 2 Totge- burten	VII	9,5
17	II		IX	9,0
18	0		X	9,3
19	0		VII	9,4
20	0		VII	9,3

Prot.Nr.	Para	Bemerkungen	Grav.mens	Ca mg%
21	0		VIII	9,1
22	0		IX	9,4
23	0		X	9,7
24	0		VIII	10,4
25	I	1 Fehlgeburt vor 5 J.	VIII	9,5
26	0		VII	9,6
27	0		VIII	9,1
28	I		III	9,2
29	0		X	10,0
30	I	1 Kaiserschnitt vor 1 1/2 Jahren	VI	10,7
31	IV		X	11,1
32	I		IX	9,2
33	0		VIII	11,4
34	I	Varizen bds.	VII	11,2
35	0		IX	10,7
36	0		VIII	10,8
37	0	Leichte Varizen	IX	10,1
38	0		sub partu	10,5
39	0		X	9,2
40	0		VIII	9,5
41	I		VII	9,1
42	I		IX	8,5
43	I		6. Wochen- betttag	9,1
44	I	post partum stärkere Blutung	8. Wochen- betttag	9,2
45	I		6. Wochen- betttag	9,3
46	II		5. Wochen- betttag	10,0
47	I		6. Wochen-	

Prot.Nr.	Para	Bemerkungen	Grav.mens	Ca mg%
48	V		X	10,3
49	II		X	9,0
50	I	Leichte Unterschenkel- ödeme	IX	9,3
51	II		VII	8,4
52	I		VIII	9,2
53	I		X	9,5
54	I		IX	9,7
55	O		VII	9,0
56	I		IX	8,9
57	O		VIII	8,3
58	O		VII	8,7
59	O		VIII	8,9
60	I		VIII	8,9
61	I	Früher 1 Fehlgeburt	X	9,2
62	O		5. Wochen- betttag	9,4
63	O		5. "	8,9
64	O	Kaiserschnitttentbindung	7. "	8,5
65	I		4. "	8,8
66	O		4. "	9,2
67	O		4. "	8,4
68	O		X	8,5
69	O		VIII	9,1
70	I		IX	8,8
71	O		VI	8,9
72	I		IV	8,4
73	O		V	8,2
74	O		VIII	9,5

Das arithmetrische Mittel des Serumkalziumspiegels in der zweiten Hälfte der Gravidität beträgt für mens VI 10,20 mg%, für mens VII 9,37 mg%, für mens VIII 9,51 mg%, für mens IX 9,32 mg%, für mens X 9,58 mg%. Die höchsten und die niedrigsten Werte betragen 11,7 mg% und 8,3 mg%. Sub partu betrug der Mittelwert 9,58 mg%, die Grenzwerte 10,5 mg% und 8,9 mg%. Post partum betrug der Mittelwert 9,12 mg%, die Streubreite liegt zwischen 9,6 mg% und 8,4 mg%.

Besprechung der Ergebnisse

Unsere vergleichenden Untersuchungen des Ca-Spiegels während und nach der Geburt haben gezeigt, daß auch hier eine Beziehung zwischen dem Hämoglobingehalt des Blutes und dem Kalziumspiegel zu beobachten ist, wie sie von Roth (16) und Albers (3) in der Gravidität beschrieben worden ist. Wir fanden niedrigere Werte des Kalziumspiegels, wie auch der Hämoglobingehalt tiefer lag. Bei dem physiologischen Blutverlust geht Erythrozytenmenge und Kalziummenge im selben Verhältnis verloren, um dann in der darauffolgenden Wiederzunahme des Gesamtblutes in ihrer Konzentration erniedrigt zu werden. In der Gravidität hatte sich mit der Zunahme des Plasmavolumens auch der Gesamtgehalt an Kalzium erhöht, wenngleich nicht im selben Verhältnis, sodaß eine Erniedrigung des Kalziumspiegels resultiert.

Nach der Geburt muß mit der Abnahme des Plasmavolumens eine langsame relative Zunahme des Ca-Spiegels stattfinden. Da bei der nichtschwangeren gesunden Frau der Kalziumgehalt im Blut ca. 235 mg, bei der schwangeren Frau dagegen ca. 310 mg (Albers (3)) beträgt, bleibt dem Körper bei der Abnahme der im Laufe der Schwangerschaft vergrößerten Blutmenge ein Überschuß an Kalzium, der freilich

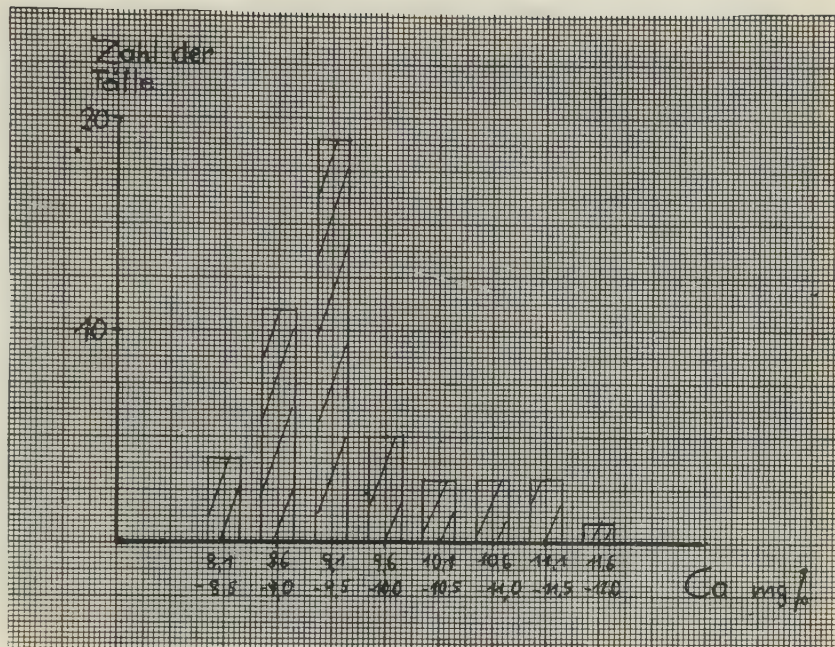


Abb. 1: Verteilung der Einzelwerte in der zweiten Hälfte der Schwangerschaft. (von einer Gesamtmenge von 49 Fällen)

durch die Belastung während der Lactation und bei der Auffüllung des Kalkdepots nicht deutlicher wird. Wir konnten damit zeigen, daß nach der Geburt eine Anzahl von Faktoren auf den Kalziumspiegel einwirken, die teilweise gegensinnig gerichtet sind und damit sich selbst aufheben und den Organismus bei der Konstanthaltung des Kalziumspiegels nicht weiter belasten.

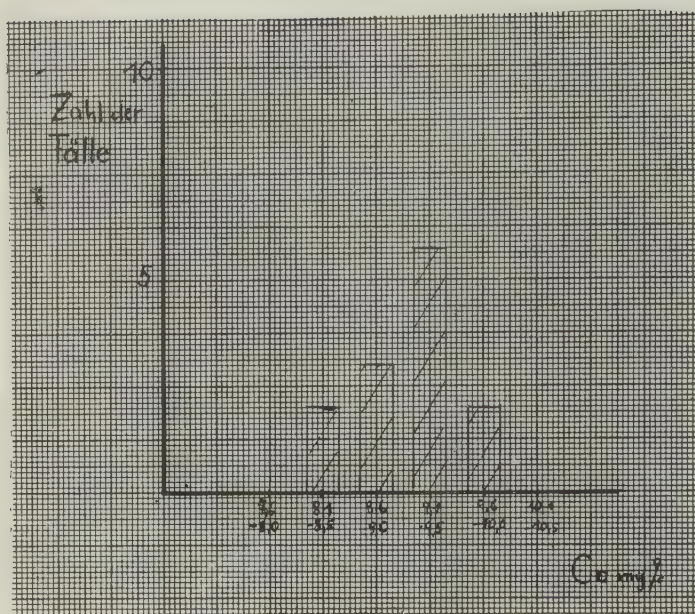


Abb. 2: Verteilung der Einzelwerte post partum.
3 - 8 Tag. (Von einer Gesamtmenge von
14 Fällen)

Unseres Erachtens ist die vergleichende Untersuchung, die Nebeneinanderstellung des Ca-Spiegels vor und nach der Geburt geeignet, weitere Einblicke in den Regulationsmechanismus des Kalziumspiegels zu gewinnen. Es wird die Vermehrung der Oestrogene als wichtiger Faktor in der Senkung des Ca-Spiegels betrachtet. Zur Abklärung dieser Verhältnisse wurden

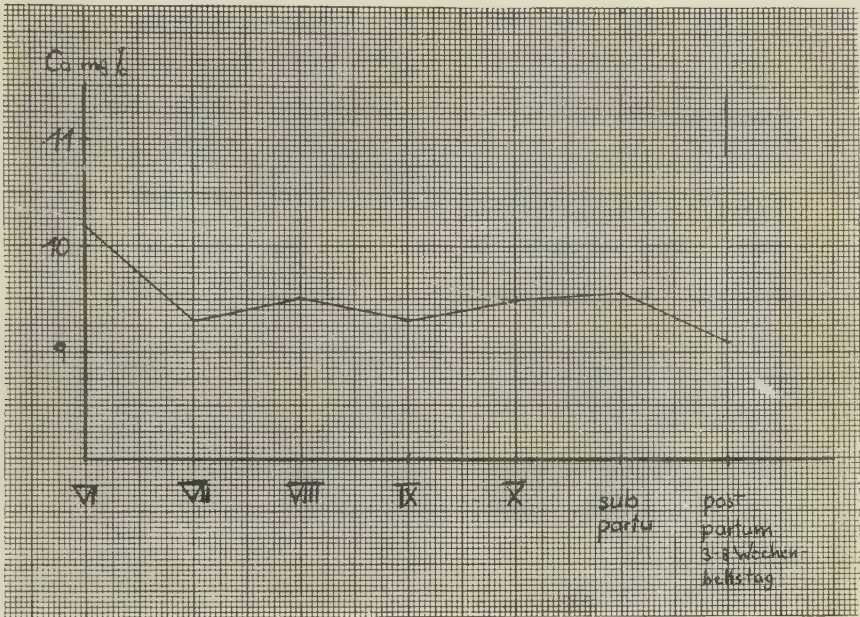


Abb. 3: Das Verhalten der Mittelwerte des Kalziumspiegels in den einzelnen Schwangerschaftsmonaten, während der Geburt und post partum.

Schwangeren höhere Dosen von Oestrogenen im 10. Lunarmonat verabreicht (Roth ⁽¹⁹⁾). Nach einmaliger Applikation von 50 mg Ovocylin war bei 9 von 5 Frauen nach 3 - 6 Stunden meist wieder ein Anstieg zu verzeichnen. Nach 24 Stunden war der Ausgangswert immer wieder erreicht. Bei langdauernder täglicher Verabreichung von hohen Dosen (50 mg Ovocylin i.m. oder 120 mg Hormoestrol puoral) fanden sich

bei den täglichen Blutkontrollen keine nennenswerten Schwankungen im Ca-Gehalt des Serums. In der Schwangerschaft werden nun die Oestrogene (alle 3 Fraktionen) in stark vermehrtem Maße von der Placenta produziert. Mit der Geburt und dem Wegfall der Placenta war nun damit eine Gelegenheit gegeben, den Einfluß einer verminderten Oestrogenproduktion auf den Kalziumspiegel zu beobachten. Der niedrige Kalziumspiegel in den ersten Tagen des Wochenbettes zeigt uns, daß der senkende Einfluß der Oestrogene doch nicht so ausgeprägt zu sein scheint, da nach Wegfall der Placenta als hormonbildendes Organ der Kalziumspiegel nicht ansteigt.

Zusammenfassung

Der Kalziumspiegel im Serum der Schwangeren ist niedriger als bei Nichtschwangeren. Dabei ist das Verhalten so, daß innerhalb der Schwangerschaft der Ca-Spiegel von der Frühschwangerschaft zur Spätschwangerschaft weiter absinkt.

Das Kalzium in seiner absoluten Menge als Serumsubstanz hat sich aber erhöht. Alle Bestandteile des Blutes unterliegen in ihrer Gesamtzahl einer Vermehrung im Verlauf der Schwangerschaft, die sehr augenscheinlich ist, wenn man sich von den Konzentrationswerten frei macht und sie auf die Gesamtmenge des Blutes bezieht, die ja ansteigt. Der Kalziumspiegel verhält sich somit ähnlich wie der Hämoglobingehalt des Blutes in der Schwangerschaft. Der Fet enthält bei der Geburt 27 g und die Placenta 3 g Ca, dieser Mineralverlust wird vom Skelettsystem, das ein großes Depot von Kalzium darstellt, kompensiert.

Graviden wurde Kalk in Form von Tabletten, Injektionen und Dauertropfinfusionen verabreicht und auch Vitamin D gegeben. Es gelang nicht, den Spiegel durch diese Maßnahmen zu erhöhen. Der zusätzliche Kalk wurde in die Depots abgeführt und nicht wie bei Nichtgraviden vermehrt ausgeschieden.

Durch die Senkung des Kalziumspiegels kommt es zu einer Funktionsanregung der Nebenschilddrüse. Die vermehrte Bildung von Parathormon genügt aber nicht, um den Spiegel zu erhöhen, sondern hilft lediglich mit, das Kalzium im Skelett zu mobilisieren.

Von der puerperalen Osteomalacie, der senilen Osteoporose und von Tierversuchen ist bekannt, daß die Oestrogene den Kalziumstoffwechsel beeinflussen. In der Schwangerschaft werden nun die Oestrogene in stark vermehrtem Maße von der Placenta produziert, diese sollen an der Senkung des Kalziumspiegels wesentlich beteiligt sein. In der Schwangerschaft werden auch vermehrt Corticosteroide gebildet; diese Hormongruppe ist auch imstande, eine Hypocalcämie herbeizuführen.

Im frühen Wochenbett bestehen niedrigere Werte des Kalziumspiegels, wie auch der Hämoglobingehalt tiefer liegt. Bei dem physiologischen Blutverlust während der Geburt gehen Erythrozytenmenge und Kalziummenge im selben Verhältnis verloren, um dann in der darauffolgenden Wiederzunahme des Gesamtblutes in ihrer Konzentration erniedrigt zu werden. Im Wochenbett muß mit der Abnahme des Plasmavolumens eine langsame relative Zunahme

des Ca-Spiegels stattfinden. Es bleibt dem Körper somit ein Überschuß an Kalzium, der freilich durch die Belastung der Lactation und bei der Auffüllung der Kalkdepots nicht deutlicher wird. Nach der Geburt wirken also Faktoren auf den Kalziumspiegel ein, die gegensinnig gerichtet sind und den Kalziumstoffwechsel damit weniger belasten.

Mit der Geburt und dem Wegfall der Placenta war eine Gelegenheit gegeben, den Einfluß einer verminderten Oestrogenproduktion auf den Kalziumspiegel zu beobachten. Der senkende Einfluß der Oestrogene scheint doch nicht so ausgeprägt zu sein, da nach Wegfall der Placenta der Kalziumspiegel nicht ansteigt.

Literaturangaben

1. Albers, H. : Z.Geburtsh.Gynäk.,
Bd. 139, 23 (1953)
2. " : Kolloide, Elektrolyte und
Hormone.
G.Thieme, Leipzig 1943
3. " : Z.Geburtsh.Gynäk.,
Bd. 139, 31 (1953)
4. Bach, F. : Klin.Wschr.Bd. 1, 280, 1937
5. Bockelmann u. Bock: Arch.Gynäk. Bd. 138, 459 (1929)
6. " " : " " 152, 739
7. Courvoisier, Helv. med. Acta 26, 1959, Fasc.V
8. Hadorn, W. Helv. med. Acta 13, 251 (1946)
9. Hellmuth, K. u. Timpe, O.: Arch.Gynäk. (1930) Bd.141,479
10. " " : " " " 145 H.2
11. Herrmann, R. : Flammenphotometrie,
Berlin, Göttingen, Heidelberg 1956
12. Jesserer, H. u. Kotzaurek, R.: Klin.Wschr. 37, 285 (1959)
13. Kehrler : Seitz-Amreich, Bd. VIII, S. 603 (1951)
14. Lenggenhager, K. : Schweiz.med.Wschr.81, 548, 568 (1951)
15. Nicolaysen, N., Larsen Eeg u. Mahn O.J.:
Physiol.Rev. 33 424 (1953)
16. Roth, F. u. Richter, R.H.: Gynaecologia 154, 114 (1962)
17. Roth, F. : Arch..Gynäk. 194, 493 (1961)
18. " : " " 194, 499 (1961)
19. " : " " 194, 503 (1961)
20. Schmidt-Matthiesen, H.: Zbl. Gynäk. 82 (1960)
21. Seitz, C. : Seitz-Amreich, Bd.VIII, S. 603 (1951)

Lebenslauf

Am 1.5.1936 wurde ich, Paul Hamerla, als Sohn des selbständigen Textilkaufmanns Alois Hamerla und seiner Ehefrau Cilli, geb. Bégeg, in Friedland (Oberschlesien) geboren. Nach zweijährigem Grundschulbesuch wurden meine Eltern und ich in das Bundesgebiet vertrieben.

1947 trat ich in das Realgymnasium zu Dieburg ein und legte im März 1956 dort die Reifeprüfung ab. Im Sommersemester 1956 begann ich an der Universität Frankfurt am Main Medizin zu studieren und schloß dort das Studium am 20.2.1962 mit dem Staatsexamen ab.

Seitdem habe ich in Hanau, Offenbach und Rodalben auf einer internen, chirurgischen und geburtshilflich-gynäkologischen Abteilung gearbeitet. Zur Zeit bin ich in der HNO-Universitätsklinik zu Frankfurt/Main tätig.

Frankfurt, den 25.6.1964

Paul Hamerla

Herrn Prof. Dr. med. Herbert L e w i n
sage ich für die Überlassung des Themas
sowie für seine wertvollen Hinweise
meinen herzlichsten Dank.

Verzeichnis meiner akademischen Lehrer:

Prof. Dr. H. Boenninghaus,	Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde
Prof. Dr. de Rudder,	Kinderheilkunde
Prof. Dr. Felix,	Physiolog. Chemie
Prof. Dr. Fischer,	Innere Medizin
Prof. Dr. J. Frey,	Innere Medizin
Prof. Dr. R. Geißendörfer,	Chirurgie
Prof. Dr. E. Güntz,	Orthopädie
Prof. Dr. L. Heller,	Frauenheilkunde
Prof. Dr. K. Herzberg,	Hygiene
Prof. Dr. F. Hoff,	Innere Medizin
Prof. Dr. P. Holtz,	Pharmakologie
Prof. Dr. G. Kahlau,	Pathologie
Prof. Dr. Landes,	Hautkrankheiten
Prof. Dr. Lewin,	Frauenheilkunde
Prof. Dr. R. Mittermaier,	Hals-Nasen-Ohren-Heilkunde
Prof. Dr. B. Rajewsky,	Med. Strahlenkunde
Prof. Dr. J.v. Reckow,	Zahnheilkunde
Prof. Dr. Sandritter,	Pathologie
Prof. Dr. W. Schröder,	Physiologie
Prof. Dr. A. Schwenzer,	Frauenheilkunde
Prof. Dr. D. Starck,	Anatomie
Prof. Dr. R. Thiel,	Augenheilkunde
Prof. Dr. Wiethold,	Gerichtsmedizin
Prof. Dr. K. Wezler,	Physiologie
Prof. Dr. G. Zutt,	Nervenkrankheiten

Ehrenwörtliche Erklärung

Ich erkläre ehrenwörtlich, daß ich die der Medizinischen Fakultät Frankfurt am Main zur Promotionsprüfung eingereichte Arbeit mit dem Titel "Der Kalziumspiegel in der Schwangerschaft, während der Geburt und im Wochenbett" in der Frauenklinik des Stadtkrankenhauses Offenbach am Main unter Leitung von Herrn Professor Dr. med. Herbert Lewin mit Unterstützung durch Herrn Priv. Doz. Dr. Kienholz, Zentrallabor, ohne sonstige Hilfe selbst durchgeführt und bei der Abfassung der Arbeit keine anderen als die in der Dissertation angeführten Hilfsmittel benutzt habe.

Ich habe bisher an keiner in- und ausländischen Medizinischen Fakultät ein Gesuch um Zulassung zur Promotion eingereicht, noch die vorliegende Arbeit als Dissertation vorgelegt.

Frankfurt am Main, den 25.6.1964

Gaul Hamerla

Sehr geehrte Damen und Herren,

Ich habe die Ehre, Ihnen hiermit zu bestätigen, dass die von Ihnen angeforderten Unterlagen zur Verfügung gestellt werden. Die Unterlagen sind Ihnen per E-Mail zugesandt worden. Sollten Sie weitere Fragen haben, so bitte ich Sie, mich hierüber in Kenntnis zu setzen. Ich werde mich dann darum bemühen, Ihre Fragen zu beantworten. Mit freundlichen Grüßen,
[Name]

Ich habe die Ehre, Ihnen hiermit zu bestätigen, dass die von Ihnen angeforderten Unterlagen zur Verfügung gestellt werden. Die Unterlagen sind Ihnen per E-Mail zugesandt worden. Sollten Sie weitere Fragen haben, so bitte ich Sie, mich hierüber in Kenntnis zu setzen. Ich werde mich dann darum bemühen, Ihre Fragen zu beantworten. Mit freundlichen Grüßen,
[Name]

Mit freundlichen Grüßen,
[Name]

Carl Hübner

